

ドローンによる見回り自動化を題材とした STEM 教材プラットフォームの開発

望月 大輝[†] 山内 絢心[†] 山崎 晃平[†] 浅岡 正教[†] 河西 紀明^{††} 河並 崇[†]
金沢工業大学[†] 一般社団法人 FAP[‡] 合同会社 DMM.com^{††}

1. まえがき

2020 年度より、小学校ではプログラミング教育が必修化となっており、プログラミング要素を含んだ STEM 教育が注目されている。STEM 領域を総合的に学ぶためには、具体的なフィールドワークを体験することが重要であるとされており、フィールドワークを想定した STEM 教材開発を行っている。

本研究で想定するフィールドは圃場とする。近年の農業に関する問題点として、農家全体の高齢化や複数の圃場を持っていることで全ての圃場を管理できていないことや、害獣の被害額は年間約 200 億円に上りイノシシや熊の目撃情報は増加していること^[1]、等が挙げられる。

そこで本研究では、ドローンによる圃場の自動見守りを行うシステムを題材とした教材を提案する。本稿では教材化の前段階として、教育用ドローンやマイコンを用いた教材プラットフォームとしての圃場見守りシステムについて中心に報告し、教材例や教材化の可能性について述べる。

2. 教材プラットフォーム

本プラットフォームの概要を図 1 として示す。本プラットフォームは、IoT システム構造の学習と害獣被害対策という 2 つの教材要素がある。

IoT システム構造の学習要素を図 1 左に示す。ドローンの自動見守りに必要なハードウェア要素として、ドローン、ドローン専用コントローラ、フィールドの中心となる基地、気象センサなどの取り扱いを学ぶ。ソフトウェア要素としては、ドローンの制御、気象データの取り扱い、ドローンの巡回コースの設定や帰還方法、離着陸の制御、通信技術、動画の解析を学ぶ。

害獣被害対策の学習要素を図 1 右に示す。クラウドサーバにはドローンが撮影した動画の解析結果が蓄積される。蓄積されたデータは、教材として学校などで分析を行い、その地区の結果を自治体に提供する。またデータから農家や自治体、猟友会と共に対策を考える社会学習の機会創出にも役立っていることができる。



図1 教材プラットフォーム

A STEM teaching platform with automated drone patrols

[†] Kanazawa Institute of Technology

[‡] FAP association

^{††} DMM LLC

3. IoT システム構造の学習

圃場の自動見守りシステムの構成図を図 2 に示す。まず専用のコントローラで巡回コースの設定を行う。そして圃場の気象データを取得する。その取得したデータを基に、ドローンが安定した飛行が可能であると判断した場合、ドローンを基地から飛行させる。そして専用コントローラで設定した巡回コースの再現を行う。巡回中は、ドローンで圃場の様子を動画で撮影しており、着陸後に動画から、動物が写っているのか、育てている農作物の状態などを画像解析する。解析結果を、LPWA を用いて送信し、クラウドサーバ側に通知、農家が確認を行う。

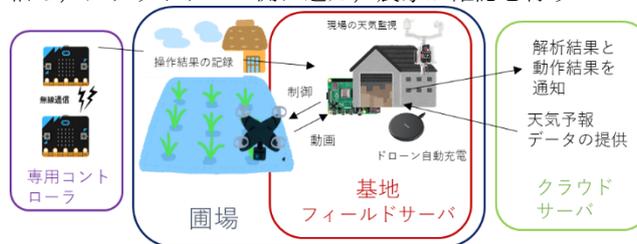


図2 圃場の自動見守りシステムの構成図

3.1 圃場を見守るドローンとその各機能

圃場の見守りを実際に行うドローンについて説明する。今回使用したドローンは Ryze Tech 社が販売しているミニドローン Tello EDU である。Tello EDU は、教育向けドローンとして様々なアプリケーションや言語で操作できるように開発されている。距離センサや気圧センサが内蔵されている。またビジョンポジショニングシステムが搭載されており、屋内や無風環境の屋外での機体の現在位置を維持することができ、安定した飛行が可能となっている。Tello EDU の前方カメラより取得した飛行時の映像は、UDP 通信でフィールドサーバへ送信し、フィールドサーバにおいて見回り結果の解析を行う。

3.2 圃場の巡回コースの設定方法

自動見守りを実現するために、ドローンの巡回コースの設定を行う必要がある。本研究では、教育向けのマイコンである micro:bit を専用のコントローラとして用いる。コントローラとドローンの接続および巡回コースの保存方法を図 3 に示す。ドローンを動かしたい方向に送信側の micro:bit を傾けると、受信側の micro:bit にそれに対応した命令が送られる。ドローンはフィールドサーバと Wi-Fi 接続されており、受信側の micro:bit で受け取った命令を、フィールドサーバを介してドローンに送信する。送信された命令は、テキスト情報としても保存される。micro:bit によるコントローラの開発は、難易度は低く、傾きの検知や通信といった要素のプログラミング入門教材として利用できる。また中級向けの教材としてフィールドサーバの送受信プログラム、飛行データの保存などの開発も体験できる。

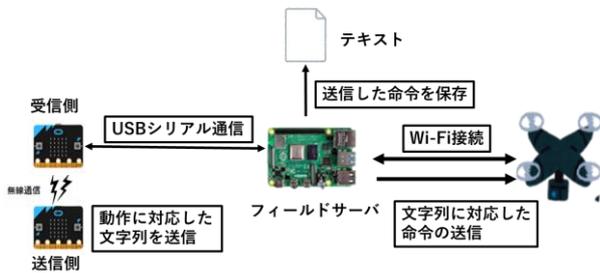


図3 専用コントローラの接続とコースの保存

3.3 ドローン基地

フィールドの中心となるドローンの基地の外観を図4として示す。図4左の右上にある気象センサは、常に圃場の気象状況を計測している。一定時間ごとに気象状況を基にドローンが飛行可能か判断をする。そして安定した飛行ができる場合は基地上部のハッチが開く。また、図4右に示すように着地地点にワイヤレス充電器があり、ドローンが着地すると充電を自動で行うようにした。基地にはフィールドサーバや太陽光発電を備えた電源装置も設置する。気象センサの制御は micro:bit で行われており、各種センサの取り扱いについて比較的容易に学ぶことができる。また、電源装置や無線給電へのドローン改造を通して、電気回路についての基本的な学びを経験することができる。



図4 ドローンの基地

3.4 ドローンの飛行可能性判断実験

ドローンの多くは、風や雨などの周囲の環境に影響を受けてしまい、飛行に支障を及ぼしてしまう。そのため強風時や降雨時は、ドローンを飛行させることができない。特に今回利用する TelloEDU は教育用として開発されていることから飛行能力は高くなく、強い風が吹くとながされる懸念される。

そこで TelloEDU がどの程度の風速ならば、安定したホバリングができるのかを検証する教材を提案する。実験として、ドローン基地と扇風機を 1m 離して風を送り続け、気象センサによって風速の計測を行い、その後ドローン基地からドローンをホバリングさせ、どの程度の風速までその場にとどまれるか確認する。

実験例を表1に示す。扇風機の風力を中以上にするとその場にホバリングすることができない。弱(風速 1.675m/s)で飛行が安定したことから、追加実験方法や、飛行可能閾値をどこに設定するかなどを検討する教材として利用できる。

表1 ドローンの安定性と風速の関係

扇風機の強さ (m/s)	弱(1.675)	中(2.68)	強(3.68)
ホバリング可否	○	×	×

3.5 基地への帰還方法

基地への帰還方法は、Tello EDU が GPS を搭載していないことから基地に目印をつけ、設定したコースからずれていた場合でも目印に向かってドローンが進むことで

帰還できるようにする。本機能はある程度プログラミング経験がある人を対象として、動画像処理を学ぶことができる。

3.6 動画像解析

巡回結果の画像解析は Coral USB Accelerator を用いる。Coral USB Accelerator では TensorFlow Lite という組み込み機器でも機械学習が行えるライブラリに対応しており、Raspberry Pi などの演算能力が低いマイコンでも機械学習を高速に行うことが可能になる。今回は Tensorflow Lite 公式サイトにある COCO のデータセットを学習したモデル(MobileNet SSD v2)で推論を行った。このモデルを使用することで、高精度で安定した精度の解析結果が期待でき、機械学習入門教材に適している。

教材としてはプログラミング経験者向けとなるが、熊の写真をドローンで撮影し、解析がどれくらい可能なのかを検証する実験を提案する。検証の様子と用いた写真(A3サイズ)、結果を図5に示す。結果より、確率が97%熊であると判別できているため巡回後の解析が可能であると考えられる。また熊以外の動物など見回りシステムに適した学習を行うなど、教材の拡張が期待できる。



図5 ドローンでの撮影時の様子と推論結果

4 害獣被害対策のためのデータ分析

害獣被害対策のためのデータ分析には、気象情報と動画像解析結果を用いる。気象情報の取得には、ドローン基地に設置している気象センサを用いる。今回のシステムでは、「風速・気温・湿度・雨量・風向」を計測する。長期および短期的にデータを蓄積することで、動画像解析結果と合わせて、どのような気象状況下で獣害が発生しやすいかを考察する材料とすることができる。図6は基地を屋外に2日間設置し、気象データの計測した結果である。

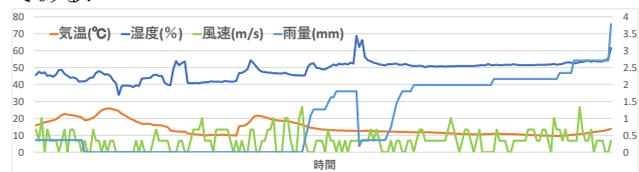


図6 気象データ

5 まとめ

本研究では、IoT および農業に興味を持ってもらえるためにドローンによる見回り自動化を題材とした STEM 教材の提案とプラットフォームの開発を行った。

今後は、圃場の自動見守りシステムとしては各機能の安定性を高め、より教材化しやすいプラットフォームを開発する。同時に、各機能の本格的な教材化をすすめる。

参考文献

- [1] 全国の野生鳥獣による農作物被害状況について(平成30年度)：農林水産省、
<https://www.maff.go.jp/j/press/nousin/tyozyu/191016.html>
 (参照日：2020年12月10日)